

12) ограниченность инвестиционных фондов, выделяемых для реализации мелких проектов, нацеленных на снижение издержек;

13) инерционность процесса распределения капитала по типам проектов;

14) неэффективная комбинация сегментов рынка энергоэффективного оборудования;

15) высокие пороговые требования эффективности капиталовложений на стадии распределения капиталовложений по проектам;

16) более высокие требования минимальной прибыльности мелких проектов по сравнению с крупными.

Повышение энергетической эффективности промышленных предприятий позволит повысить конкурентоспособность и приведет к таким положительным результатам, как [3]:

- повышение рентабельности за счет снижения затрат на энергоносители;
- улучшение качества выпускаемой продукции;
- улучшение корпоративного имиджа;
- повышение капитализации и конкурентоспособности предприятия.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения. М. : Стандартинформ, 2011. 15 с.

2. Кобелев Н. С. Энергосберегающие технологии в инженерных системах промышленных и общественных зданий. Курск : КурскГТУ, 2008. 135 с.

3. Хорев С. В., Антонов А. С. Повышение энергоэффективности промышленных предприятий [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум-2016: материалы VIII междунар. студенч. электрон. науч. конф. URL: www.scienceforum.ru/2016/1375/18757 (дата обращения 25.11.2016).

УДК 621.311

РАСЧЕТ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 110 КВ

CALCULATION OF REMOTE PROTECTION OF OVERHEAD LINES OF 110 KV

Цомаев С. М., Чехоев З. Р., Ключев Р. В., Гаврина О. А.
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (ГТУ), г. Владикавказ,
kluev-roman@rambler.ru

Tsomaev S. M., Chekhoev Z. R., Klyuev R. V., Gavrina O. A.
North Caucasian Institute of mining and metallurgy
(State Technological University), Vladikavkaz

Аннотация: В работе приведен расчет дистанционной защиты воздушных линий напряжением 110 кВ. В работе определены сопротивления линий и ступени защит, отстроенные от токов короткого замыкания. Сделаны выводы по использованию дистанционной защиты в электроэнергетической системе.

Abstract: The paper presents the calculation of the distance protection of overhead lines of 110 kV. In this work the lines of resistance and protection stage, built up by short-circuit currents. The conclusions on the use of distance protection in the power system.

Ключевые слова: дистанционная защита; линия; сопротивление.

Key words: distance protection; line; resistance.

Проблема автономного обеспечения республики Северная Осетия-Алания электроэнергией требует своего безотлагательного решения, поскольку любые перебои поставки электроэнергии со стороны чреватые самыми серьезными социально-экономическими последствиями.

Важнейшая роль в решении этой проблемы отводится строительству и вводу в эксплуатацию Зарамагской ГЭС (ЗГЭС).

Каскад Зарамагских ГЭС на реки Ардон располагается в Алагирском районе РСО-Алания. Каскад состоит из Головной ГЭС и ГЭС-1 и расположен в верхнем течении р. Ардон, являющейся одним из крупных левобережных притоков р. Терек.

Однолинейная схема Зарамагской ГЭС приведена на рис. 1.

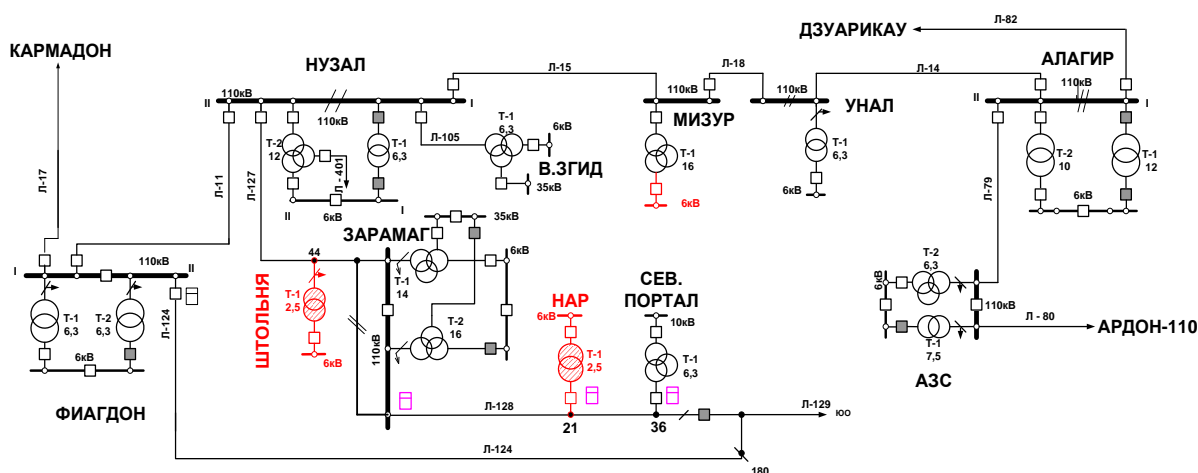


Рис. 1. Однолинейная схема Зарамагской ГЭС

Для обеспечения надежности функционирования ЗГЭС произведен расчет и выбор релейной защиты воздушных линий напряжением 110 кВ.

Применительно к ЗГЭС ниже приведен расчет дистанционной защиты [1-2]. Для защиты линий применяем двухступенчатую дистанционную защиту типа ДЗ-2, которая содержит три дистанционных органа, включенных на линейные напряжения и разность фазных токов, и имеет две независимые регулируемые уставки $z_{ср}$ по I и II ступеням. Линии ВЛ₁ и ВЛ₂ выполнены проводом АС-400,

длительно допустимый ток для этих линий по условиям нагрева проводов составляет 835 А ($I_{н.макс.вл1,2} = 0,835$ кА). Поэтому для этих линий коэффициент трансформации трансформаторов тока принимается соответственно:

$$n_{т.вл1,2} = \frac{1000}{5} = 200.$$

Определяем удельное комплексное сопротивление Z_y , по которому находим полное сопротивление линии $Z_{л}$. Сопротивления линии равны:

$$\begin{aligned} r_{уд.вл1,2} &= 0,08 \text{ Ом/км}; \quad X_{уд.вл1,2} = 0,382 \text{ Ом/км}; \\ Z_{л.вл1} &= \sqrt{\left(r_{уд.вл1,2} \cdot L_{вл1}\right)^2 + \left(X_{уд.вл1,2} \cdot L_{вл1}\right)^2}; \quad Z_{л.вл1} = 21,872 \text{ Ом}; \\ Z_{л.вл2} &= \sqrt{\left(r_{уд.вл1,2} \cdot L_{вл2}\right)^2 + \left(X_{уд.вл1,2} \cdot L_{вл2}\right)^2}; \quad Z_{л.вл2} = 89,227 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Ступень защиты I: место установки защиты п/с «Нузал»; отстройка от к. з. на шинах п/с «Зарамаг».

$$Z_{с.з.вл1,2} = k_H \cdot Z_{л.вл1,2},$$

где k_H – коэффициент надежности, определяющий зону (длину) защиты линий ВЛ₁ и ВЛ₂; $k_H = 0,85$.

$$Z_{с.з.вл1} = 18,591 \text{ Ом}; \quad Z_{с.з.вл2} = 75,843 \text{ Ом}.$$

Оставшуюся часть линии составляет «мертвая зона». «Мертвой зоной» называется участок линии m при к. з., в пределах которого реле мощности не работает из-за того, что мощность на его зажимах меньше мощности срабатывания.

Для защиты «мертвой зоны» используется ступень защиты II, с выдержкой времени 0,2 с.

Ступень защиты II: место установки защиты п/с «Нузал»; отстройка от к. з. на шинах п/с «Зарамаг».

$$Z_{с.з.вл1,2} = k_H \cdot Z_{л.вл1,2},$$

где $k_H = 1,0$.

$$Z_{с.з.вл1} = 21,872 \text{ Ом}; \quad Z_{с.з.вл2} = 89,227 \text{ Ом}.$$

Схемы ступеней защит линий 110 кВ приведены на рис. 2.



Рис. 2. Ступени защит линий 110 кВ

Выполнен расчет релейной защиты линий 110 кВ, который показал, что в качестве основной защиты используется дистанционная защита, состоящая из двух ступеней: I ступень защиты защищает 85 % длины защищаемой линии; II ступень защиты – всю длину защищаемой линии [3-5].

Дистанционная защита является пока наиболее совершенной защитой от междуфазных к. з. для линий всех напряжений до 750 кВ включительно и достаточно быстродействующей защитой для высоковольтных сетей 110 и 220 кВ, где она с успехом используется в качестве основной защиты на линиях средней и большой длины.

Список использованных источников

1. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики: учебник для студентов вузов / под ред. В. А. Веникова. 2-е изд. М. : Высш. школа, 1981. 288 с.
2. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / ред. С. С. Рокотян, И. М. Шапиро. М. : Энергия, 1977. 288 с.
3. Ключев Р. В. Управление единой промышленно-энергетической системой в горных территориях // Устойчивое развитие горных территорий. 2013. № 2 (16). С. 34–36.
4. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А., Галкина О. Ю. Методика и расчет установившегося режима работы МГЭС без промежуточного отбора мощности в электрической сети // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 1 (19). С. 30–36.
5. Васильев И. Е., Ключев Р. В., Долганов А. А. Исследование и расчет устойчивости работы высокогорных малых гидроэлектростанций (МГЭС) // Устойчивое развитие горных территорий. 2011. № 3 (9). С. 50–58.